

PEMANFAATAN TANAMAN SEBAGAI INHIBITOR ORGANIK UNTUK PENGHAMBATAN LAJU KOROSI LOGAM SENG (ZINK) DALAM LARUTAN HCl

Utilization of Plants as Organic Inhibitors for Devotion Of Corrosion Rate Of Zink in Hydrochloric Acid

Aditia Ramadhan¹⁾, Tegar Laxmi Pratiwi²⁾, Mardiah³⁾

Chemical Engineering Department, Mulawarman University, Samarinda, Indonesia
¹⁾ email: aditc37@gmail.com, ²⁾ tegar_laxmi@yahoo.co.id, ³⁾ mardiah@ft.unmul.ac.id.

ABSTRAK

Korosi merupakan masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan material dasar logam. Beberapa cara yang dapat memperlambat laju reaksi korosi antara lain dengan cara penambahan zat (inhibitor). Bahan alam dapat digunakan sebagai inhibitor organik, seperti biji kopi dan daun teh. Metode pengukuran korosi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kehilangan berat (gravimetri). Dengan penambahan inhibitor biji kopi dan daun teh, mampu menghambat laju korosi pada logam seng dalam larutan HCl. Koefisien korelasi linear yang didapatkan untuk masing-masing inhibitor alami adalah untuk inhibitor biji kopi adalah 0,661 dan koefisien korelasi linear untuk inhibitor daun teh adalah 0,6392, berdasarkan teori adsorpsi isoterm Langmuir. Dari persamaan linear pada logam seng diperoleh nilai regresi tanpa inhibitor yaitu 0,9579, regresi dengan penambahan inhibitor biji kopi yaitu 0,77 dan regresi dengan penambahan inhibitor daun teh yaitu 0,7547.

Kata Kunci: korosi, inhibitor organik, adsorpsi, kinetika.

ABSTRACT

Corrosion is a problem for buildings and equipment with metal-based materials. One of the approaches to slow the rate of corrosion, is by adding substances (inhibitors). Natural ingredients can be used as organic inhibitors, such as coffee beans and tea leaves. In this study, the corrosion was measured using a gravimetric method. The results showed that addition of coffee bean and tea leaves as inhibitors was able to slow the corrosion rate of zinc in hydrochloric acid. Calculated by using the Langmuir isotherm adsorption approach, the linear correlation coefficient for coffee beans and tea leaves as natural inhibitors are 0.661 and 0.6392, respectively. Using a linear equation of on zinc, regression values for corrosion taking place without inhibitors is calculated to be 0.9579, whereas the use of coffee beans and tea leaves as natural inhibitors gives regression values of 0.77 and 0.7547, respectively.

Keywords: corrosion, organic inhibitors, adsorption, kinetics.

PENDAHULUAN

Korosi merupakan masalah besar bagi bangunan dan peralatan yang menggunakan material dasar logam seperti gedung, jembatan, mesin, pipa, mobil, kapal, dan lain sebagainya (Rieger, 1992).

Korosi dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Tetapi bila kerusakan tersebut aksi mekanis, seperti dalam hal penarikan, pembengkakan atau patah, maka hal ini tidak disebut peristiwa korosi. Korosi dapat digambarkan sebagai sel galvanis yang mempunyai "hubungan pendek" dimana beberapa daerah permukaan logam bertindak sebagai katoda dan lainnya sebagai anoda, dan "rangkain listrik" dilengkapi oleh rangkaian elektron menuju besi itu sendiri (Vogel, 1979).

Beberapa cara yang dapat memperlambat laju reaksi korosi antara lain, dengan cara penambahan zat (inhibitor), dengan cara pelapisan permukaan logam, dan membuat paduan logam yang cocok sehingga tahan korosi (Surdia dkk., 1979).

Inhibitor organik, biasanya dirancang sebagai pembentuk film melindungi logam dengan membentuk film hidrofobik pada permukaan logam. Inhibitor organik akan diadsorpsi berdasarkan muatan ion inhibitor tersebut dan muatan pada permukaan logam. Inhibitor organik membentuk logam yang menjadi penghalang pada pelarutan logam di dalam elektrolit (Roberge, 2000).

Inhibitor yang efisien digunakan dalam industri adalah senyawa-senyawa organik

yang mengandung hetero atom seperti O, N, S dan ikatan rangkap di dalam molekul-molekulnya yang memfasilitasi adsorpsi pada permukaan logam. Efisiensi inhibisi senyawa-senyawa organik adalah berkaitan dengan sifat-sifat adsorpsinya. Diketahui bahwa adsorpsi bergantung pada adanya elektron-elektron dan heteroatom yang menyebabkan adsorpsi molekul-molekul inhibitor pada permukaan logam lebih besar (Revie, 2011).

Konsentrasi pada bahan korosif berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada di dalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995).

Waktu kontak aksi inhibitor diharapkan dapat membuat ketahanan logam terhadap korosi lebih besar. Dengan adanya penambahan inhibitor ke dalam larutan, maka akan menyebabkan laju reaksi menjadi lebih rendah, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal ini dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan (Uhlig, 1958).

Seng bukan merupakan logam yang tahan korosi, tetapi seng dapat dimanfaatkan sebagai logam pendonor dalam proses

perlindungan katodik logam besi. Penggunaan utama seng adalah dalam proses galvanis (perlindungan oleh seng) besi perpipaan, pagar, paku, dan lain-lain. Seng juga dimanfaatkan dalam bentuk bar atau lembaran sebagai anoda untuk melindungi lambung kapal, saluran pipa dan struktur lainnya (Fontana, 1910).

Maserasi merupakan proses ekstraksi dengan cara perendaman sampel menggunakan pelarut organik pada suhu ruang. Proses ini sangat menguntungkan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam karena dengan perendaman sampel akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel, sehingga metabolit sekunder yang ada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik serta struktur senyawa tidak akan mudah rusak (Harborne, 1984).

Adapun dalam penelitian ini, telah dilakukan studi mengenai uji bagaimana penghambatan korosi logam seng dalam larutan HCl dengan menggunakan ekstrak daun teh dan ekstrak kopi sebagai inhibitor untuk mengetahui efektifitas bahan alam tersebut dapat menghambat laju korosi logam seng dalam media korosif

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu biji kopi, daun teh, logam seng, larutan HCl, etanol, aseton, *aquadest*, *aluminium foil*, kertas saring dan *tissue*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, peralatan gelas kimia, neraca analitik, corong pisah, *oven*, *blender*, termometer, kain hitam, dan isolative.

Prosedur Kerja

Menghitung densitas logam seng

Dipotong kecil-kecil logam seng. Ditimbang logam seng yang telah dipotong kecil-kecil sebanyak ± 10 gram dengan menggunakan alat neraca analitik. Dimasukkan air sebanyak 15 mL ke dalam gelas kimia 25 mL. Dimasukkan logam seng yang telah ditimbang ke dalam gelas kimia 25 mL tersebut. Dihitung perubahan ketinggian air pada gelas kimia dalam satuan mL.

Pembuatan media korosif (larutan HCl)

Dibuat larutan HCl dengan konsentrasi 1 M, 2 M, dan 3 M. dalam 250 mL. Dihitung volume HCl murni untuk membuat konsentrasi molaritas larutan HCl yang diinginkan menggunakan rumus pengenceran. Diencerkan larutan HCl dan *aquadest* ke dalam gelas kimia 100 mL. Kemudian dimasukkan ke dalam labu takar hingga batas meniscus sehingga didapatkan larutan yang diinginkan.

Inhibitor dari Ekstrak Biji Kopi dan Daun Teh

Dihancurkan biji kopi yang kering dengan menggunakan *blender*. Ditimbang biji kopi yang telah dihancurkan sebanyak 20 gram dengan menggunakan neraca analitik. Dilarutkan biji kopi yang telah dihancurkan ke dalam larutan etanol dengan perbandingan 1 : 5, direndam selama 5 hari. Disaring larutan

yang telah dimaserasi, lalu filtrat yang didapat ditampung dalam wadah yang berbeda. Filtrat yang telah ditampung kemudian dioven pada suhu 68°C - 70°C, untuk memisahkan ekstrak dari pelarutnya. Diencerkan larutan inhibitor dalam 1000 mL *aquadest* dengan konsentrasi masing-masing 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm. Dilakukan prosedur yang sama untuk membuat inhibitor dari daun teh.

Pengujian korosi

Dicuci terlebih dahulu sampel seng dengan *aquadest* dan aseton. Ditimbang berat logam seng. Dimasukkan larutan HCl dan larutan inhibitor ke dalam wadah uji, dengan perbandingan 2:1. Sampel seng yang telah disiapkan masing-masing dicelupkan dan direndam ke dalam campuran larutan HCl dan larutan inhibitor dari ekstrak biji kopi. Waktu perendaman seng di dalam larutan HCl dilakukan dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Setelah perendaman dengan waktu tertentu, spesimen dikeluarkan dan dicuci kembali dengan *aquadest* dan aseton untuk menghilangkan produk korosi, lalu dikeringkan. Setelah itu spesimen ditimbang kembali sebagai bobot akhir.

Lakukan prosedur yang sama untuk masing-masing konsentrasi HCl 1 M, 2 M dan 3 M, serta masing-masing konsentrasi inhibitor 20 ppm, 30 ppm dan 40 ppm.

Lakukan prosedur di atas untuk pengujian korosi dengan inhibitor dari ekstrak daun teh dan pengujian tanpa menggunakan inhibitor sebagai variabel pengontrol.

Analisa gravimetrik

Metode pengukuran korosi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kehilangan berat (gravimetri). Laju korosi dapat dinyatakan dalam berbagai cara persamaan, Satuan mils per tahun adalah persamaan yang diinginkan untuk menunjukkan laju korosi. Persamaan pengurangan massa logam selama korosi dirumuskan sebagai berikut:

$$mpy = \frac{534 \times W}{D \times A \times T}$$

Keterangan:

W = *Weight loss* (mg)

D = Densitas (g/cm³)

A = Luas Permukaan logam (in)

T = Waktu pengendapan (jam)

(Fontana, 1910).

Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung kehilangan berat.

Daya Inhibisi dihitung berdasarkan rumus empiris di bawah ini:

$$E = \frac{R_0 - R_i}{R_0} \times 100\%$$

Dimana:

E = Daya Inhibisi (%)

R₀ = Laju korosi tanpa adanya inhibitor (mpy)

R_i = Laju korosi dengan adanya inhibitor (mpy)

(Widharto, 1999)

$$\theta = \frac{\%E}{100}$$

θ = *Surface coverage*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Korosi dapat didefinisikan juga sebagai reaksi kimia atau reaksi elektrokimia antara material logam dan lingkungan yang menyebabkan kerusakan material dan sifat-sifatnya. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi antara lain, yaitu kenaikan suhu; kecepatan alir fluida atau kecepatan pengadukan; konsentrasi bahan korosif, hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan suatu larutan; oksigen dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab sehingga korosi lebih besar; dan waktu kontak.

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa, m Larutan HCl 1 M yang digunakan sebagai media korosif menyebabkan korosi. Adapun nilai laju korosi logam seng sebagai fungsi waktu dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Laju korosi, daya inhibisi dan *surface coverage* sebagai fungsi waktu pada inhibitor biji kopi

C (ppm)	t (jam)	R (mpy)	E (%)	Θ
0	4	1.371,2093	0	0
20	4	1.263,6559	7,8437	0,0784
30	4	1.138,5848	16,9649	0,1697
40	4	1,075,0832	21,5960	0,2160

Tabel 2. Laju korosi, daya inhibisi dan *Surface coverage* sebagai fungsi waktu pada inhibitor daun teh

C (ppm)	T (jam)	R (mpy)	E (%)	Θ
0	4	1.371,2093	0	0
20	4	622,9972	54,5019	0,5450
30	4	1.573,3461	-14,9030	-0,1490
40	4	1.335,3891	2,4752	0,0246

Pada Tabel 1, laju korosi, daya inhibisi dan *surface coverage* inhibitor biji kopi menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi inhibitor maka tingkat korosi rendah dan daya inhibisi semakin tinggi. Sedangkan pada Tabel 2, Laju Korosi, Daya Inhibisi, dan *Surface Coverage* mengalami fluktuasi, bahkan daya inhibisi yang minus. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa konsentrasi inhibitor daun teh yang baik adalah 20 ppm.

Laju korosi logam seng sebagai fungsi konsentrasi inhibitor dalam larutan HCl dengan variasi waktu perendaman dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

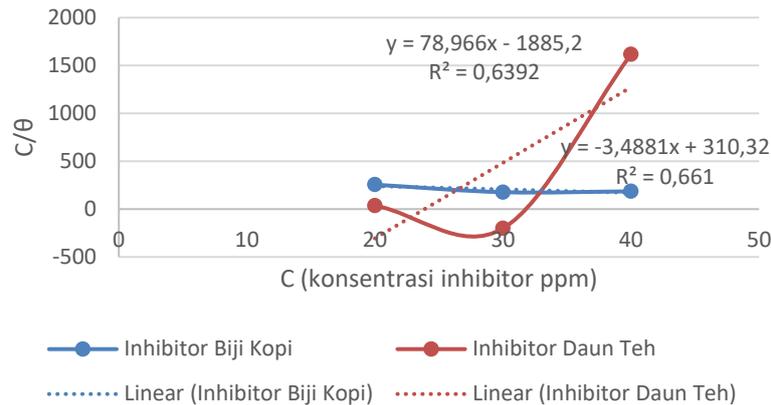
Tabel 3. Laju korosi, daya inhibisi dan *surface coverage* sebagai fungsi konsentrasi inhibitor 20 ppm pada inhibitor biji kopi

T (jam)	R ₀ (mpy)	R _i (mpy)	E (%)	Θ
1	3.479,6	2.737,9	21,3	0,2
2	2.353,2	2.026,6	13,8	0,1
3	1.859,1	1.560,1	16,1	0,2
4	1.369,3	1.261,9	7,8	0,1
5	1.481,5	368,54	75,1	0,8

Tabel 4. Laju korosi, daya inhibisi dan *surface coverage* sebagai fungsi konsentrasi inhibitor 20 ppm pada inhibitor daun teh

T (jam)	R ₀ (mpy)	R _i (mpy)	E (%)	Θ
1	3.479,5748	2.581,7694	25,80	0,26
2	2.353,2020	1.139,2353	51,53	0,52
3	1.859,0660	890,4309	52,10	0,52
4	1.369,2819	622,9972	54,50	0,55
5	1.481,5076	434,1365	70,70	0,71

Hal ini menunjukkan bahwa penghambatan korosi disebabkan oleh adsorpsi senyawa organik pada permukaan logam seng. Hasil adsorpsi yang didapatkan mematuhi teori adsorpsi isoterm Langmuir, seperti pada persamaan berikut



Gambar 1. Model adsorpsi isoterm Langmuir Inhibitor biji kopi dan inhibitor daun teh

Pengaruh pada laju korosi, semakin lama waktu perendaman maka terjadi penurunann laju korosi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya adsorpsi pada permukaan logam. Logam dengan jumlah inhibitor yang ditambahkan akan sedikit teradsorpsi dalam jumlah sedikit pada permukaan logam dalam rentan waktu yang relatif singkat. Hal ini menyebabkan laju korosi yang cukup tinggi. Dengan semakin lamanya waktu perendaman adsorpsi inhibitor semakin banyak, akan menyebabkan terjadinya penurunan laju korosi hingga pada satu titik tertentu dimana adsorpsi sudah mencapai titik jenuh, hingga laju korosi menjadi cenderung konstan.

Pada Gambar 1 diketahui besarnya konsentrasi inhibitor terhadap konsentrasi per *surface coverage* (θ). Koefisien korelasi linier yang didapatkan untuk inhibitor biji kopi adalah 0,661 dan koefisien korelasi linear untuk inhibitor daun teh adalah 0,6392.

Teori adsorpsi Langmuir yakni asumsi dimana adsorben mempunyai permukaan yang homogen dan hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat untuk setiap molekul adsorbannya pada suhu tetap, tidak ada interaksi antara molekul-molekul yang terserap. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, yaitu konsentrasi, luas permukaan, dan waktu kontak.

Waktu perendaman menunjukkan semakin lama waktu kontak logam dengan media korosif, maka semakin berat massa logam yang hilang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat Logam Seng yang Hilang dalam Media Korosif

t (jam)	Weigthloss (mg)		
	Tanpa Inhibitor	Inhibitor Biji Kopi	Inhibitor Daun Teh
1	148,35	170,71	145,47
2	213,80	209,04	220,67
3	281,16	226,59	220,58
4	322,72	234,38	218,69
5	341,72	382,54	354,91

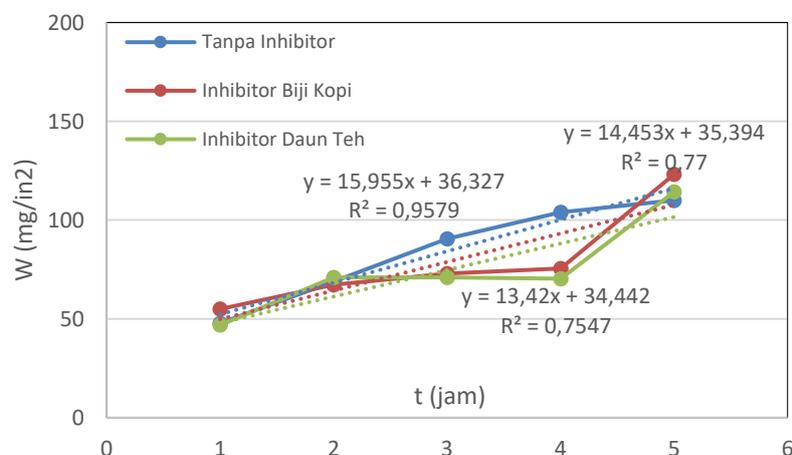
Penambahan inhibitor bahan alam biji kopi dan daun teh dapat menghambat proses korosi pada logam seng. Namun semakin lama waktu perendaman, berat logam yang hilang juga semakin besar. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, sehingga semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan.

Selain itu, model kinetika korosi logam seng tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan inhibitor biji kopi dan daun teh dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa waktu perendaman terhadap berat logam seng yang hilang berbanding lurus dengan berat logam yang hilang. Pengaruh waktu perendaman berbanding lurus dengan berat logam hilang. Semakin lama waktu perendaman maka semakin besar pula berat logam seng yang hilang. Dengan menggunakan persamaan di atas, diperoleh persamaan garis lurus atau linier pada logam seng tanpa inhibitor yaitu 0,9579, dengan penambahan inhibitor biji kopi

yaitu 0,77 dan dengan penambahan inhibitor daun teh yaitu 0,7547.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil biji kopi dan daun teh, mampu menghambat laju korosi pada logam seng dalam larutan HCl. Koefisien korelasi linear yang didapatkan untuk masing-masing inhibitor alami adalah untuk inhibitor biji kopi adalah 0,661 dan koefisien korelasi linear untuk inhibitor daun teh adalah 0,6392, berdasarkan teori Adsorpsi Isoterm Langmuir. Dari persamaan linear pada logam seng (zink) diperoleh nilai regresi tanpa inhibitor yaitu 0,9579, regresi dengan penambahan inhibitor biji kopi yaitu 0,77 dan regresi dengan penambahan inhibitor daun teh yaitu 0,7547. Hal ini menunjukkan hubungan kinetika korosi baik dengan penambahan maupun tanpa penambahan inhibitor mengikuti kinetika reaksi orde 0 (nol) yang didapatkan dari pengukuran penurunan berat logam terhadap waktu perendaman.



Gambar 2. Model Kinetika Orde 0 untuk korosi logam seng tanpa penambahan inhibitor dan dengan penambahan

DAFTAR PUSTAKA

- Djaprie, S. 1995. Ilmu dan Teknologi Bahan, ed, Erlangga, Jakarta.
- Fontana, Mars. 1910. *Corrosion Engineerin*, McGraw Hill Book Co., Singapore.
- Harborne, J.B. 1984. *Phitochemical Method*. Chapman and Hall ltd., London.
- Ravie, R. Winston. 2011. *Uhlig's Corrosion Handbook*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Rieger, H.P. 1992. *Electrochemistry*, Edisi 2. *Chapman and Hall Inc.*, New York.
- Roberge, Pierre R. 2000. *Handbook of Corrosion Enginerring*. McGraw Hill., New York.
- Surdia,. 1979. Efek Inhibitor Terhadap Sifat Korosi Paduan Logam Cu Oleh Air Laut.
- Uhlig, H. H. 1958. *Corrosion Handbook*. John Willey & Sons Inc., London.
- Vogel. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganik Analysis*, Edisi 5. Longman Group Limited., London.